ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Sezione di Perugia

Procedure di Sicurezza da adottare durante i test di Termovuoto nel Laboratorio SERMS

Premessa	Scheda di sicurezza per l'utilizzo della camera termo vuoto modello HVT 2000 – MC
Descrizione	Descrizione della camera e dei rischi specifici derivanti dall'utilizzo della stessa. Elenco dei principali allarmi che possono verificarsi. Elenco dei principali inconvenienti e relativi rimedi.
Regole	Regole da rispettare prima e dopo l'ingresso nel laboratorio

copy n°		☐ controlled ☐ not controlled	☐ electronic version ☐ paper version	Delivered to:
A02	Format review			
A01	First emission	17/02/09	G.Scolieri	
Rev.	Description	Date	Issued by	Approved by

CONTENTS

1 PREMESSA

Il presente manuale deve essere letto molto attentamente prima di avviare il sistema onde evitare malfunzionamenti e relativi danni.

Questo manuale fornisce una descrizione della camera termovuoto ed utili informazioni sulle modalità operative, sulle principali norme di sicurezza da considerare quando si lavora in camera pulita e i principali errori ed allarmi che possono verificarsi durante il normale funzionamento.

All'interno del manuale possono essere trovate le seguenti segnalazioni:

PERICOLO: viene utilizzato quando il mancato conformarsi alle istruzioni potrebbe risultare pericoloso per l'operatore;

ATTENZIONE: viene utilizzato quando il mancato conformarsi alle istruzioni potrebbe invece danneggiare il sistema

2 DISPOSIZIONE MACCHINARI
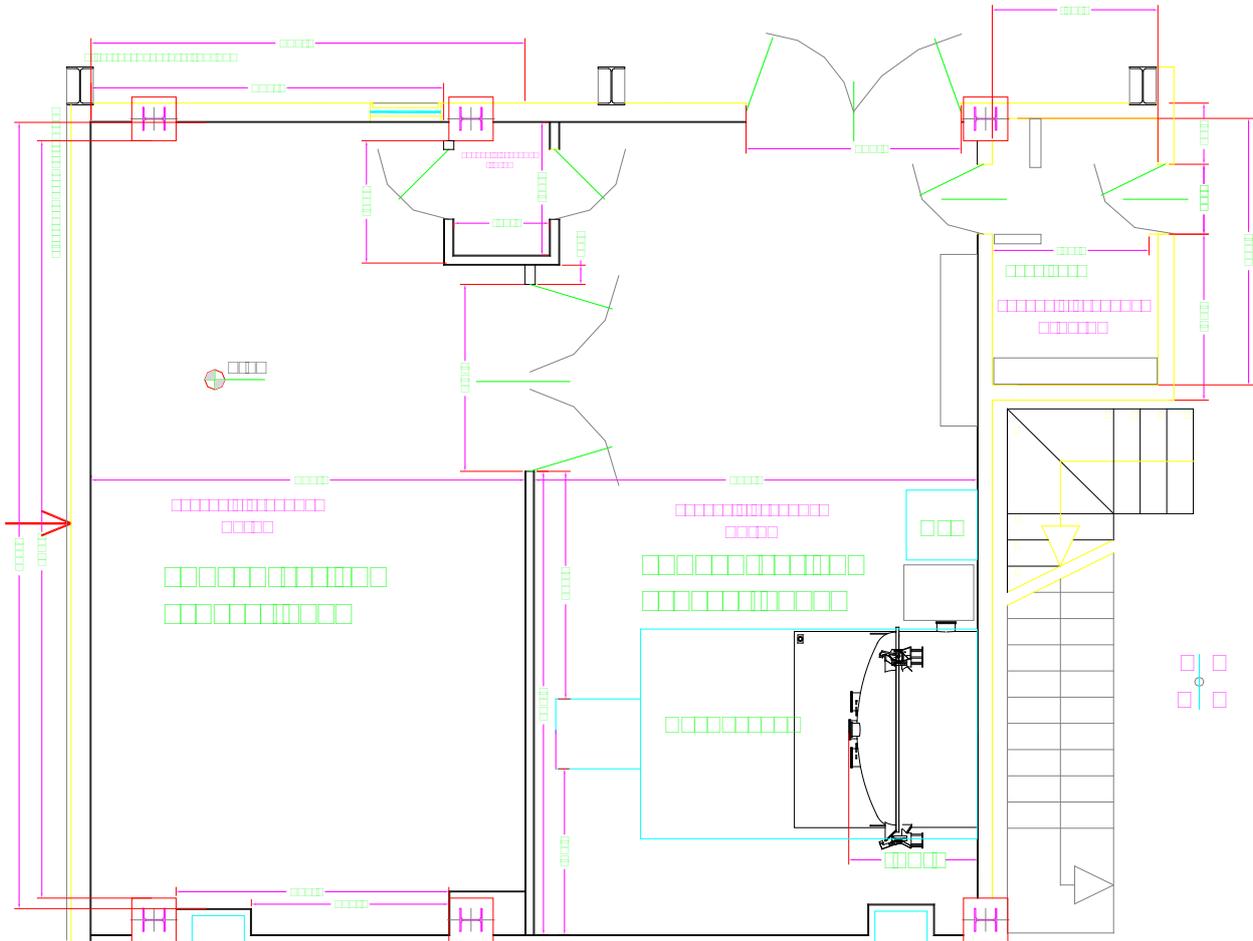
Figura 1 – Layout delle due camere pulite e delle zone adiacenti.

3 DESCRIZIONE TECNICA DELLA MACCHINA TERMOVUOTO

La camera termo vuoto (TVC) si trova all'interno della Camera Pulita "Giulietta". Le sue principali caratteristiche tecniche sono di seguito brevemente riportate.

Figura 2 – Vista d'insieme della camera

Dati tecnici

Modello	HVT 2000 – MC
Matricola	10107
Volume Utile	9500 Lt
Sistema di refrigerazione	Indiretto con Baysilone raffreddato con gruppo frigorifero in cascata
Gas refrigerante gruppo frigorifero	R23 / R404A

Temperatura dell'acqua di raffreddamento	Max +15°C
Pressione dell'acqua di raffreddamento	2/4 bar
Campo di temperatura	-70°C / +125°C
Massima velocità di variazione temperatura	1°C/min da -55°C a +100°C
	1°C/min da +100°C a -55°C
Uniformità di temperatura	± 2°C sullo shroud
Vuoto massimo	3 x 10^{-5} mbar
Alimentazione	400V / 50 Hz /3 + N+ T
Alimentazione comandi	24 V
Potenza nominale	39 kW
Assorbimento elettrico nominale	85 A
Consumo dell'acqua di raffreddamento	1.6 m^3/h

PERICOLO: pericolo liquidi in pressione Bysilone;

Dimensioni della Camera

Diametro Cilindro interno (shroud)	2100 mm	**Lunghezza del cilindro**	2100 mm

Dimensioni delle Cold Plate

Cold Plate inferiore	500 x 1820 mm	Vista COLD PLATE

Cold Plate centrale	500 x 1970 mm	Foratura COLD PLATE
Cold Plate superiore	500 x 1550 mm	

4 USO PREVISTO DELLA MACCHINA

Verranno di seguito date alcune informazioni, di carattere generale, sulle finalità della macchina, descrivendone le principali funzioni e limitazioni d'uso.

A cosa serve la macchina

La macchina in oggetto è un simulatore spaziale, destinata principalmente alla verifica dell'affidabilità di componenti di satelliti e più in generale è idonea per tutte le applicazioni in cui si vogliono eseguire delle prove in temperatura e pressione controllata (es. verifica di prodotti industriali in genere).

Provini da trattare con la camera

La macchina è idonea a trattare solamente provini destinati a poter operare in vuoto. L'utilizzatore dovrà fornire lista dei materiali utilizzati per la costruzione e l'assemblaggio dell'oggetto da testare. Tale lista dovrà comprendere, per ogni singola parte dell'oggetto, informazioni relative al fornitore, il codice identificativo, la composizione, la massa e soprattutto i dati di TML (Total Mass Loss) e CVCM (Collected Volatile Condensable Material) del materiale/i utilizzato/i.

E' assolutamente vietato introdurre nella camera le seguenti sostanze:

- Materiali liquidi o solidi e/o esplosivi.
- Non inserire, per i test di sensori elettronici, sorgenti sigillate radioattive previo consenso dell'esperto qualificato INFN

- Materiali liquidi o solidi che nella evaporazione o sublimazione possono generare atmosfere infiammabili.
- Materiali liquidi o solidi contenenti sostanze chimicamente aggressive.
- Materiali liquidi o solidi che nella evaporazione o sublimazione possono generare vapori aggressivi.

E' vietato l'utilizzo di tutte quelle sostanze che abbiano un TML > 1% ed un CVCM > 0.1%.

5 REQUISITI SPECIFICI DI SICUREZZA

<u>ATTENZIONE:</u>

E' opportuno tenere sempre il presente manuale durate l'utilizzo della camera.

Quando si esegue della manutenzione sull'impianto, scollegare le prese principali.

L'utilizzo e la manutenzione del sistema possono essere eseguiti solo da personale specializzato.

Non rimuovere i coperchi di protezione.

Non rendere i dispositivi di sicurezza inefficienti. Non collegarli o manipolarli.

<u>ATTENZIONE:</u>

Non modificare i settaggi predeterminati dalla ditta costruttrice della macchina dei dispositivi di sicurezza.

<u>PERICOLO</u>:

Quando si collega il dispositivo da testare al sistema di alimentazione esterno occorre adottare tutte le misure di protezione contro il contatto

diretto: misure attuate per la protezione di persone da pericoli derivanti dal contatto con superfici attive di apparecchi elettrici.

Tali misure possono essere:

- Protezione mediante tensione ridotta
- Protezione tramite isolamento delle superfici attive
- Protezione mediante copertura o rivestimento
- Protezione mediante barriere
- Protezione mediante distanza

PERICOLO:

Quando si collega il dispositivo da testare al sistema di alimentazione esterno occorre adottare tutte le misure di protezione contro il contatto indiretto: protezione di persone dai rischi derivanti in caso di guasto dal contatto con il corpo o con superfici esterne conduttive.

Tali misure possono essere:

- Protezione mediante disinserzione automatica dell'alimentazione
- Isolamento protettivo
- Protezione mediante spazi non conduttivi
- Protezione mediante tensione ridotta

ATTENZIONE:

Per connettere il dispositivo da testare al sistema di alimentazione e controllo esterno alla camera utilizzare le apposite flange dotate di passanti.

ATTENZIONE:

Per la connessione del dispositivo da testare al sistema di alimentazione e

controllo esterno, utilizzare solo cavi elettrici resistenti a sbalzi di temperatura e compatibili con il vuoto (es: cavi con rivestimento in teflon).

PERICOLO

ATTENZIONE:

La sezione elettrica va aperta solo da personale altamente specializzato. Prima di aprire, posizionare l'interruttore generale su "0", staccare le spine della linea principale ed assicurarsi che il sistema non possa essere attivato in nessun modo. La sezione elettrica può essere aperta solo con l'apposita chiave.

ATTENZIONE:

Non rompere mai il vuoto nel caso in cui la temperatura interna sia al di sotto di quella ambientale. Pericolo di condensa sulle pareti interne della camera.

ATTENZIONE:

E' necessario prima di aprire la porta e manipolare i provini impostare l'apparecchiatura a valori vicini alla temperatura ambiente e far scorrere il tempo necessario per la stabilizzazione.

6 PRINCIPALI NORME COMPORTAMENTALI PER L'ESECUZIONE DI UN TEST

Il lavoratore deve porre la massima attenzione durante le operazioni di lavoro, seguendo le istruzioni impartite dal datore di lavoro e dai preposti e alle informazioni riportate nel manuale d'uso e manutenzione della macchina.

Personale

Durante i test in camera termovuoto le responsabilità sono definite nel modo seguente:

- Test Conductor (Personale del laboratorio)
- Test Responsible (Personale del laboratorio)
- Test Responsible (Persona esterna)
- Test Engineer (Persona esterna)

La presenza del Test Conductor e di una delle figure (Test Responsible or Test Engineer) è generalmente richiesta, a seconda del tipo di test.

Il Test Engineer è la persona responsabile durante le movimentazioni manuali del DUT. Il Test Conductor dovrà essere di aiuto alle operazioni all'interno della camera pulita.

ATTENZIONE:

Per le movimentazioni con la gru a bandiera solo il CTER Gianluca Scolieri è abilitato all'utilizzo.

Il numero di persone presenti all'interno della camera pulita in prossimità della TVC, durante l'istallazione del DUT, deve essere il minimo necessario.

Tutto il personale all'interno della camera pulita durante un test di TVC deve essere sempre vigile e segnalare ogni tipo di condizione che può mettere a repentaglio persone o cose al Test Responsible.

Il Test Responsible ispeziona la camera e controlla precedentemente all'istallazione il DUT che deve entrare nella TVC. Il DUT dentro la TVC deve avere tutti i materiali che sono approvati nel documento NASA "Outgassing Data for Selecting Spacecraft Materials" (vedere http://outgassing.nasa.gov/ versione online).

Norme comportamentali

- La Termovuoto si trova all'interno della camera pulita "Giulietta" del laboratorio SERMS; va quindi indossato il vestiario idoneo a tali aree (camice, guanti, cuffia e corpi scarpe).
- L'accensione della macchina viene effettuata tramite un interruttore posto sul quadro elettrico generale situato all'esterno della camera pulita.
- Prima dell'avviamento della camera, controllare che tutti i servizi necessari al funzionamento (chiller esterno e pompa esterna custoditi nell'area tecnica, per il ricircolo dell'acqua di raffreddamento) siano accesi e pronti all'uso.
- L'apertura della porta scorrevole su rotaie della camera termovuoto avviene tramite una pulsantiera tipo carroponte, prima di aprire o chiudere la porta si devono verificare:
    - assenza di qualsiasi tipo di ostacoli sulle rotaie dove scorre la porta;
    - spostamento manuale della pedana in alluminio dall'interno dello scasso della corsa del carro armato.
    - Una volta chiusa la porta il responsabile deve togliere la chiave che arma la pulsantiera di apertura/chiusura.
- Il carico del materiale o strumentazione sulle cold plate và effettuato verificando preventivamente la portata massima degli stessi.
- Indossare polsino antistatico per tutto il tempo di istallazione di oggetti di tipo elettrico/elettronico.
- Terminate le operazioni preliminari di introduzione e set up del provino, assicurarsi di non aver lasciato all'interno della macchina materiali od attrezzature non necessarie e comunque deleterie per il corretto funzionamento della macchina.
- L'impostazione del profilo di test va effettuata tramite software dedicato con l'aiuto del personale del laboratorio.

7 ALLARMI

La camera è dotata di un sistema di autodiagnosi che permette di individuare l'intervento di ogni singolo allarme e, a seconda dell'anomalia, viene fermata solo una parte dell'impianto oppure l'intera macchina. I messaggi sul personal computer o sul pannello del PLC indicano quale di questi allarmi è intervenuto. Gli allarmi sono stati poi divisi in modo tale che l'intervento degli allarmi dell'impianto di termoregolazione fermano unicamente il funzionamento di quest'ultimo mentre la parte vuoto continua il suo normale funzionamento.

La macchina è dotata inoltre di tutta una serie di pulsanti di emergenza posti nelle seguenti posizioni:

- n°3 esternamente sul PLC
- n° 2 internamente in prossimità della porta della macchina

La pressione di questi pulsanti toglie completamente l'alimentazione dall'apparecchiatura, escluso l'alimentazione del pannello di controllo. Per rimettere in funzione il sistema girare l'interruttore nella direzione indicata dalla freccia posta sull'interruttore stesso, poi reinserire l'interruttore generale della camera.

Organi di sicurezza

L'impianto di termoregolazione è dotato dei seguenti organi di sicurezza:

- termostato elettronico di massima e minima del baysilone;
- termostato meccanico di massima del baysilone;
- pressostati di massima del compressore alto stadio, il compressore basso stadio e della pompa baysilone;
- termostato di massima e minima dell'acqua del compressore dell'elio.

In caso di pericolo l'operatore può fermare l'apparecchiatura per mezzo dei pulsanti di emergenza posti in prossimità della porta della camera e sul pannello

comandi esterno. Questo disinserisce l'interruttore generale e ferma completamente il funzionamento della camera. Per far ripartire la prova, girare l'interruttore nella direzione indicata dalla freccia, poi reinserire l'interruttore generale della camera.

Tabella degli allarmi

Di seguito si riporta la tabella degli allarmi.

ALLARME N°	CAUSA	RIMEDIO
1283 Mancanza di alimentazione	Interruzione dell'alimentazione di linea della camera	Verificare la presenza dell'alimentazione di linea. Contattare SERMS.
1284 Pulsante di emergenza	Un pulsante di emergenza è stato premuto	Verificare se qualche pulsante di emergenza è stato premuto. Prima di effettuare il reset verificare che il pulsante di emergenza sia stato riarmato. Contattare SERMS.
1285 Porta aperta	La porta è aperta	Chiudere la porta. Contattare SERMS.
1286 Segnalazione pistoni aperti	I pistoni della porta sono aperti	Chiudere i pistoni della porta. Contattare SERMS.
1287 Massima temperatura variabile	Temperatura in camera oltre il limite massimo impostato sul termostato hardware o su quello software.	Verificare che il valore di set Point per la temperatura della camera non ecceda il limite impostato ed abbassare il valore di set. Contattare SERMS.
1290 Minima temperatura variabile	Temperatura in camera al di sotto del limite minimo impostato sul termostato hardware o su quello software.	Contattare SERMS.
1291 Sensore Pt100 Fluido intermedio shroud guasta	La sonda di temperatura del fluido intermedio shroud è guasta.	Contattare SERMS.
1292 Sensore Pt100 Camera	La sonda di temperatura della camera è guasta	Contattare SERMS
1293 Sensore Pt100 fluido intermedio cold plate guasta	Il sensore di temperatura del fluido intermedio cold plate è guasto.	Contattare SERMS.
1300 Salvamotore compressore basso stadio	Intervento dell'interruttore automatico per la protezione da sovraccarichi del compressore.	Contattare SERMS.
1301 Protezione termica compressore basso stadio	Intervento del dispositivo di protezione termica a causa di un surriscaldamento del compressore	Contattare SERMS.
1303 Massima pressione basso stadio	Intervento del pressostato di massima pressione del compressore di basso stadio.	Contattare SERMS.
1307 Salvamotore compressore alto stadio	Intervento dell'interruttore automatico per la protezione da sovraccarichi del compressore	Contattare SERMS.
1310 Protezione termica compressore alto stadio	Intervento del dispositivo di protezione termica a causa di un surriscaldamento del compressore	Contattare SERMS.

ALLARME N°	CAUSA	RIMEDIO
1312	Intervento del presso stato di	Contattare SERMS.
Massima pressione alto stadio	massima pressione del compressore di alto stadio	
1315 Massima temperatura fluido intermedio Shroud	Intervento del termostato di massima temperatura del fluido intermedio	Contattare SERMS.
1316 Massima temperatura fluido intermedio Cold Plate	Intervento del termostato di massima temperatura del fluido intermedio	Contattare SERMS.
1317 Massimo livello fluido intermedio Cold Plate	Il livello di fluido intermedio nella vasca è troppo alto.	Verificare il livello del fluido intermedio nella vasca e contattare SERMS.
1320	Il livello di fluido intermedio	Verificare il livello del fluido intermedio
Minimo livello fluido intermedio Shroud	nella vasca è basso.	nella vasca, ripristinando il livello se necessario ed eventualmente contattare SERMS
1321 Massima pressione fluido intermedio Shroud	Eccessiva pressione nel circuito del fluido intermedio	Contattare SERMS.
1322 Massima pressione fluido intermedio Cold Plate	Eccessiva pressione nel circuito del fluido intermedio	Contattare SERMS.
1323 Salvamotore pompa fluido intermedio Shroud	Intervento dell'interruttore automatico per la protezione da sovraccarichi della pompa del fluido intermedio	Contattare SERMS.
1324 Salvamotore pompa fluido intermedio Cold Plate	Intervento dell'interruttore automatico per la protezione da sovraccarichi della pompa del fluido intermedio	Contattare SERMS.
1325 Salvamotore ventilatore Vano Macchine	Intervento dell'interruttore automatico per la protezione da sovraccarichi del ventilatore del vano macchine.	Contattare SERMS.
1326 Minimo flusso acqua di raffreddamento	Il flusso di acqua di raffreddamento dell'impianto è insufficiente	Verificare che eventuali serrande o rubinetti non siano chiusi, oppure che il filtro (o i filtri, se presenti) non sia intasato. Contattare SERMS
1327 Minimo flusso acqua raffreddamento compressore elio	Il flusso dell'acqua di raffreddamento dell'impianto compressore elio è insufficiente	Verificare che eventuali serrande o rubinetti non siano chiusi, oppure che il filtro (o i filtri, se presenti) non sia intasato. Contattare SERMS
1330 Minima pressione aria compressa	La pressione di aria compressa è insufficiente	Verificare che l'aria compressa sia effettivamente disponibile alla pressione giusta. Contattare SERMS.
1335 Salvamotore compressore dell'Elio	Intervento dell'interruttore automatico per la protezione da sovraccarichi del compressore	Contattare SERMS.

ALLARME N°	CAUSA	RIMEDIO
	dell'elio.	
1337 Salvamotore pompa vuoto	Intervento dell'interruttore automatico per la protezione da sovraccarichi della pompa per il vuoto	Contattare SERMS.
1341 Pompa vuoto in riscaldamento	La pompa per il vuoto è in riscaldamento	Attendere che la procedura di riscaldamento sia terminata.
1342 Segnalazione Cryo in preparazione	Procedure di preparazione della Cryo in corso	Attendere che la procedura di preparazione della Cryo sia terminata.
1346 Compressore elio in preparazione	Indicazione del funzionamento del compressore dell'elio per raffreddare la cryo pompa	Messaggio di sistema (non allarme)
1347 Segnalazione Cryo ready	Messaggio che indica che la cryo pompa è pronta per effettuare il vuoto nella camera.	Messaggio di sistema (non allarme)
1353 Segnalazione compressore dell'elio OK (OPERATION)	Messaggio di funzionamento regolare del compressore dell'elio.	Messaggio di sistema (non allarme)
1354 Allarme compressore elio cryo (Pressure alarm)	Messaggio di allarme proveniente dal sistema compressore elio.	Contattare SERMS.
1355 Allarme compressore elio cryo (Temperature alarm)	Messaggio di allarme proveniente dal sistema compressore elio.	Contattare SERMS.
1356 Allarme compressore elio cryo (Phase/Fuse Error)	Messaggio di allarme proveniente dal sistema compressore elio.	Contattare SERMS.
1357 Allarme compressore elio cryo (claxon Error)	Messaggio di allarme proveniente dal sistema compressore elio.	Contattare SERMS.

INCONVENIENTI CAUSE RIMEDI

In questa sezione verranno descritti alcuni inconvenienti che possono verificarsi durane l'utilizzo della macchina. Nelle tabelle l'utilizzatore può avere dei suggerimenti sulle cause e rimedi da apportare per risolvere gli inconvenienti.

INCONVENIENTI	CAUSE	RIMEDI
L'apparecchiatura non si avvia	Mancanza di tensione di rete. Interruttore generale in OFF. Errata programmazione del RUN. Allarme sul display Per cause diverse da quelle sopraindicate	Controllare. Consultare SERMS Inserire l'interruttore generale. Consultare SERMS Consultare la sezione relativa al software WinKratos Consultare SERMS Verificare la descrizione del tipo di allarme e provvedere alla sua eliminazione Consultare SERMS Consultare SERMS
L'apparecchiatura non raggiunge la temperatura impostata	Errore nell'impostazione del set point Nel vano prova è stato introdotto troppo materiale Il materiale in prova dissipa troppo calore. Malfunzionamento del sistema di raffreddamento Malfunzionamento del sistema di riscaldamento	Controllare e modificare. Consultare SERMS Ridurre il quantitativo. Consultare SERMS Controllare e ridurre il carico dissipante. Consultare SERMS Contattare SERMS Contattare SERMS

Sistema di riscaldamento

ANOMALIA	CAUSA	CONTROLLO	RIMEDIO
Camera non riscalda	Regolatore o programmatore non fa richiesta di "caldo"	Strumento guasto	Sostituire strumento Consultare SERMS
	Intervento termostato di massima	Impostazione termostato di massima errata o termostato guasto	Correggere impostazione o sostituire termostato Consultare SERMS
	Teleruttore di riscaldamento non si eccita	Bobina teleruttore guasta	Sostituire bobina teleruttore Consultare SERMS
	Teleruttore riscaldamento si eccita, ma la camera non riscalda	Interruttore magneto-termico riscaldamento aperto o fusibili interrotti	Reinserire l'interruttore o sostituire fusibili. Consultare SERMS
		Contatti teleruttore riscaldamento bruciati	Sostituire contatti teleruttore Consultare SERMS
		Resistenze riscaldamento interrotte	Sostituire resistenze riscaldamento Consultare SERMS

Sistema di raffreddamento

ANOMALIA	CAUSA	CONTROLLO	RIMEDIO
Camera non raffredda	Regolatore o programmatore non fa richiesta di "freddo"	Strumento guasto	Sostituire strumento Consultare SERMS
	Compressore non gira	Teleruttore compressore guasto	Sostituire teleruttore Consultare SERMS
		Condensatore avviamento guasto	Sostituire condensatore Consultare SERMS
		Relè termico guasto	Sostituire relè Consultare SERMS
		Relè fuori taratura	Ripristinare valore di collaudo Consultare SERMS
	Compressore guasto	Intervento presso stato differenziale olio	Resettare a mezzo pulsante sul presso stato ed eventualmente sul pannello comandi Consultare SERMS
		Interruttore magnetotermico riscaldamento aperto o fusibili interrotti	Reinserire l'interruttore o sostituire fusibili. Consultare SERMS
		Relè di avviamento guasto	Sostituire relè Consultare SERMS
		Fili allentati nei morsetti	Serrare morseti Consultare SERMS

ANOMALIA	CAUSA	CONTROLLO	RIMEDIO
		Interruttore temperatura guasto	Sostituire interruttore Consultare SERMS
Camera non raffredda	Compressore attacca e stacca con continua richiesta di freddo	Presso stato di massima guasto	Sostituire pressostato
		Presso stato tarato troppo basso	Ripristinare valori collaudo
		Motore ventilatore condensatore bruciato	Sostituire motore o riavvolgerlo
		Alettatura condensatore ostruita	Pulire condensatore
		T ambiente troppo elevata	Aerare locale
		Rotazione ventilatori condensatore non corretta	Scambiare due fasi
		Non aperta acqua di raffreddamento	Aprire rubinetto
		Portata acqua insufficiente	Aumentare portata acqua
	Mancanza di fluido refrigerante	Controllare eventuali perdite	Ripristinare carica refrigerante

8 ACRONYM LIST

SERMS	Studio degli Effetti delle Radiazioni sui Materiali per lo Spazio (Study of the Radiation Effect on Materials for Space applications).
STD209E	Standard normative for clean rooms.
DUT	Device Under Test.
TVC	Thermo Vacuum Chamber.
NASA	National Aeronautics and Space Administration

END OF DOCUMENT

Sezione INFN di Perugia

Il Direttore
Dott.Pasquale Lubrano